



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt
Hildesheim



Luftqualitätsüberwachung in Niedersachsen

PM_{2,5}-/ PM₁₀-Vergleichsmessungen zwischen automatischen Messungen und Referenzmess- verfahren im Jahr 2016

Festlegung der Korrekturfunktionen 2016

Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung,
Lärm und Gefahrstoffe - ZUS LLG



Niedersachsen



Titelbilder: Diverse Staubsammelgeräte (links), Aufbewahrung von Staubfilter (mittig), diverse Probenahmeeinrichtungen (rechts)

Bericht Nr. 42-17-004

Stand: 27.02.2017

Durchführung:



Staatliches Gewerbeaufsichtsamt Hildesheim
Zentrale Unterstützungsstelle Luftreinhaltung, Lärm und
Gefahrstoffe - ZUS LLG, Dezernat 42, Dezernat 43
Goslarsche Straße 3, 31134 Hildesheim





Festlegung der Korrekturfunktionen für das Kalenderjahr 2016 und der vorläufigen Korrekturfunktionen für 2017 für $PM_{2,5}$ und PM_{10}

Inhalt

1	Einleitung	4
2	Grundlagen für die Festlegung der Korrekturfunktionen	4
3	Vergleichsmessungen in 2016	4
4	Ergebnisse und Festlegung der Korrekturfunktionen.....	5
	Anhang A – Ergebnisse der $PM_{2,5}$ -Vergleichsmessungen (LVS/HVS vs. SHARP 5030)	6
	Anhang B – Ergebnisse der PM_{10} -Vergleichsmessungen (LVS/HVS vs. SHARP 5030)	7



1 Einleitung

Im Messnetz des LÜN werden neben gravimetrischen Referenzmessverfahren aus Kostengründen und zur aktuellen Information der Öffentlichkeit flächendeckend automatische, kontinuierlich messende Messgeräte für die Feinstaubmessung eingesetzt. Diese Geräte können ohne Kalibrierung Abweichungen vom Referenzmessverfahren aufweisen.

Daher ist es notwendig, die kontinuierlich erhobenen Daten durch Korrekturfunktionen auf das Referenzverfahren zu beziehen. Aus diesem Grund werden an ausgewählten Messstationen automatische Messgeräte und Referenzmessgeräte parallel betrieben. Zur Angleichung der Daten an das Referenzmessverfahren wird wie folgt vorgegangen. In einem ersten Schritt werden aktuell auflaufende Daten der automatischen Messgeräte mit der Korrekturfunktion des vorangegangenen Jahres vorläufig korrigiert. In einem zweiten Schritt werden die Feinstaubwerte nach Ablauf eines Kalenderjahres auf Basis der zum jeweiligen Kalenderjahr ermittelten Korrekturfunktion neu bewertet. Endgültig validierte Feinstaubwerte liegen somit immer erst zu Beginn des folgenden Kalenderjahres vor.

2 Grundlagen für die Festlegung der Korrekturfunktionen

Folgende Aspekte wurden bei der Festlegung der Korrekturfunktionen berücksichtigt:

- Die Äquivalenz gravimetrischer Messverfahren ist im Rahmen der STIMES-Vergleichsmessungen im Jahr 2003 für PM_{10} nachgewiesen worden.
- Die Äquivalenz gravimetrischer und automatischer Messverfahren ist im Rahmen der STIMES-Vergleichsmessungen in den Jahren 2008/2009 für $PM_{2,5}$ nachgewiesen worden.
- Als Referenzmessverfahren kommen Staubsammler mit gravimetrischer Staubmassenbestimmung zum Einsatz. Zur Unterscheidung von PM_{10} und $PM_{2,5}$ werden bei der Probenahme fraktionierende Vorabscheider verwendet.
- Auf der Basis von Vergleichsmessungen werden jeweils 24-stündige Probenahmen zwischen Referenzmess- und automatischen Messverfahren über den Zeitraum eines Kalenderjahres ausgewertet.
- Zum Nachweis der Äquivalenz automatischer Messverfahren muss ein funktionaler Zusammenhang zum Referenzmessverfahren gegeben sein. In diesem Fall dürfen, um die gesetzlichen Anforderungen zu erfüllen, Messwerte entsprechend korrigiert werden.
- Anforderungen zum Nachweis der Äquivalenz sind in DIN EN 12341 (für PM_{10} und $PM_{2,5}$) sowie in dem Report „Demonstration of equivalence of Ambient Air Monitoring Methods“ festgelegt.
- Bei der Äquivalenzprüfung und der Ermittlung der Korrekturfunktion ist auf Basis der o.g. Quellen vorzugehen.

3 Vergleichsmessungen in 2016

Im Jahr 2016 wurden für die Vergleichsmessungen zur Kalibrierung des automatischen Messverfahrens für $PM_{2,5}$ und PM_{10} (SHARP 5030) sowohl High-Volume-Sampler als auch Low-Volume-Sampler eingesetzt. Die Gleichwertigkeit beider Sammlertypen wurde im Bericht „Festlegung der Korrekturfunktionen für das Kalenderjahr 2015 und der vorläufigen Korrekturfunktionen für 2016 für $PM_{2,5}$ und PM_{10} “ (Bericht Nr. 42-16-003) beschrieben. Für die Vergleichsmessungen kamen Quarzfaserfilter zum Einsatz, die vor der vorgeschriebenen Äquilibrierung etwa zwei Wochen in einer gesättigten Wasserdampf-atmosphäre gelagert wurden. Die Auswertungen, insbesondere die der gravimetrischen Analysen, wurden explizit nach den Anforderungen der DIN EN12341 (August 2014) durchgeführt. Abweichend von den Vorgaben der Richtlinie (Anhang B – B.2.2.1) wurden jedoch die Ergebnisse beider Referenzmessverfahren gleichwertig bei der Berechnung der Kalibrierfunktion eingesetzt (s. o.g. Bericht Nr. 42-16-003).



4 Ergebnisse und Festlegung der Korrekturfunktionen

- Die Bestimmung der Korrekturfunktion für die $PM_{2,5}$ -Messung mittels SHARP-Geräte basiert auf Vergleichsmessungen an vier LÜN-Standorten (s. Anhang A).
- Für die Bestimmung der Korrekturfunktion für die PM_{10} -Messung mittels SHARP-Geräte wurden die ganzjährig durchgeführten Vergleichsmessungen an neun Stationen zu Grunde gelegt (s. Anhang B)
- **Bereits für die Rohwerte** konnte sowohl für PM_{10} als auch für $PM_{2,5}$ für die SHARP-Geräte die **Gleichwertigkeit** mit dem Referenzmessverfahren anhand der geforderten Messunsicherheit für alle betrachteten Messstandorte nachgewiesen werden.
- Da die Anwendung entsprechender Kalibrierfunktionen weder für PM_{10} noch für $PM_{2,5}$ zu einer Verringerung der Messunsicherheit führt, kann für das Jahr 2016 **auf eine nachträgliche Kalibrierung der SHARP-PMx-Daten verzichtet werden.**

Die einzelnen Kenngrößen der Vergleichsmessungen sind den Anhängen A und B zu entnehmen.



Anhang A – Ergebnisse der PM_{2,5}-Vergleichsmessungen (LVS/HVS vs. SHARP 5030)

PM_{2,5}-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80 bzw. dem DERENDA PNS 18 T3,1 zur Kalibrierung der Ergebnisse 2016 der SHARP 5030-Monitore im LÜN

		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamtdaten
		tägl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.	
Rohdaten 2016		Derenda	Derenda	Digitel	Derenda	
1	Anzahl Datensätze insgesamt:	352	356	172	166	1046
2	Datenverfügbarkeit (%):	96,4%	97,5%	94,0%	90,7%	94,7%
3	Orthogonale Regression (Steigung):	1,1085	1,0339	1,0251	1,0798	1,0675
4	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-0,8652	-1,5404	0,1258	-1,1079	-1,0420
5	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,91	0,89	0,91	0,92	0,90

Daten 2015 zum Vergleich		Derenda	Derenda	Digitel	Derenda	Ortho Reg.
6	Orthogonale Regression (Steigung):	0,9233	0,9951	0,9352	1,0744	0,9703
7	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt):	-0,0990	-0,6309	0,8804	-0,9039	-0,2436
8	Bestimmtheitsmaß (r ²):	0,92	0,93	0,94	0,91	0,93

Datenvergleich		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
9	Jahresmittelwert PM _{2,5} (Gravimetrie) (µg/m ³):	11,1	11,3	15,4	11,6	11,9
10	Jahresmittelwert PM _{2,5} (SHARP-Rohdaten) (µg/m ³):	10,8	12,4	14,9	11,7	12,2
11	Jahresmittelwert SHARP 5030 (XPM _{2,5}) berechnet s. o.:	10,5	12,2	14,9	11,5	11,9
12	Abweichung JMW bei SHARP-Rohdaten (%):	-2,7%	9,7%	-3,2%	0,9%	---
13	Abweichung JMW bei kalibrierten Daten (%):	-5,4%	8,0%	-3,2%	-0,9%	---

Bewertung

Messunsicherheit - Tagesmittelwertbezug 30 µg/m³ (0,5 µg/m³ Standardmessunsicherheit des Referenzmessverfahrens)

		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
		Derenda	Derenda	Digitel	Derenda	
14	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (PM _{2,5}) Rohdaten(%):	22,3	19,1	17,9	19,5	19,3
15	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (XPM _{2,5}) berechnet (%): (f=1,0675x-1,0420) orthogonal s. o.	20,1	22,8	18,2	19,1	19,6

Bewertung 2015 zum Vergleich

16	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (PM _{2,5}) Rohdaten(%):	26,5	18,1	17,7	18,5	20,2
17	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (XPM _{2,5}) berechnet (%): (f=0,9703x-0,2436) orthogonal	21,4	17,0	15,5	22,4	19,1

Signifikanztest der Rohdaten

		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
Steigung (b - 1):		0,1085	0,0339	0,0251	0,0798	0,0675
Standardunsicherheit u _b :		0,0144	0,0170	0,0222	0,0201	0,0090
(u _b) ² :		0,0288	0,0340	0,0444	0,0402	0,0180
Befund:		signifikant	nicht sig.	nicht sig.	signifikant	signifikant
Achsenabschnitt a :		0,8652	1,5404	0,1258	1,1079	1,0420
Standardunsicherheit u _a :		0,2117	0,2434	0,3940	0,3129	0,1371
(u _a) ² :		0,4234	0,4868	0,7880	0,6258	0,2742
Befund:		signifikant	signifikant	nicht sig.	signifikant	signifikant

Signifikanztest nach Kalibrierung

		HRSW	OKCC	OKVT	SROO	Gesamt
Steigung (b - 1):		0,0352	0,0352	0,0426	0,0089	0,0034
Standardunsicherheit u _b :		0,0154	0,0181	0,0237	0,0214	0,0096
(u _b) ² :		0,0308	0,0362	0,0474	0,0428	0,0192
Befund:		signifikant	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.
Achsenabschnitt a :		0,2505	0,4856	1,1701	0,0233	0,0401
Standardunsicherheit u _a :		0,0226	0,2599	0,4206	0,3340	0,1464
(u _a) ² :		0,0452	0,5198	0,8412	0,6680	0,2928
Befund:		signifikant	nicht sig.	signifikant	nicht sig.	nicht sig.



Anhang B – Ergebnisse der PM₁₀-Vergleichsmessungen (LVS/HVS vs. SHARP 5030)

PM₁₀-Vergleichsmessungen mit dem DIGITEL DHA 80 bzw. DERENDA PNS 18 T3,1 zur Kalibrierung der Ergebnisse 2016 der SHARP 5030-Monitore im LÜN

Rohdaten 2016		BLWW	BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt- daten
		zweitgl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	tägl.	zweitgl.	zweitgl.	
		Derenda	Digitel	Digitel	Digitel	Derenda	Digitel	Digitel	Derenda	Digitel	
1	Anzahl Datensätze insgesamt:	171	359	365	362	350	358	365	176	176	2682
2	Datenverfügbarkeit (%):	93%	98%	100%	99%	96%	98%	100%	96%	96%	97%
Ortho Reg.											
3	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	0,9655	1,0184	1,0222	0,9768	1,0083	0,9965	0,8874	1,0786	0,9899	0,9983
4	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	-1,2817	-0,7925	-0,4782	1,1357	-1,1332	1,7527	1,7634	-0,5230	1,2872	0,0318
5	Bestimmtheitsmaß (R ²):	0,91	0,95	0,91	0,91	0,95	0,91	0,93	0,92	0,90	0,92
Daten 2015 zum Vergleich											
Ortho Reg.											
6	Orthogonale Regression (Steigung (b)):	0,8841 ¹⁾	1,0205	1,0002	0,9491	1,0076	1,0120	0,9134	1,0559	0,9968	0,9917
7	Orthogonale Regression (Achsenabschnitt (a)):	-0,0825	-0,7369	-0,0074	1,4170	-0,6900	1,3101	1,9568	-0,1741	1,7519	0,4392
8	Bestimmtheitsmaß (R ²):	0,91	0,91	0,93	0,91	0,89	0,93	0,90	0,93	0,91	0,91
Datenvergleich											
<small>1) Daten von BLWW bleiben 2015 unberücksichtigt</small>											
		BLWW	BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt
9	Jahresmittelwert PM ₁₀ (Gravimetrie) (µg/m ³):	18,1	16,9	20,3	21,8	11,7	23,8	21,6	16,3	16,2	19,0
10	Jahresmittelwerte PM ₁₀ (SHARP-Rohdaten) (µg/m ³):	20,8	17,4	20,4	21,2	12,8	22,2	22,4	15,6	15,1	19,0
11	Jahresmittelwert SHARP 5030 (XPM ₁₀) berechnet s. o.:	20,8	17,4	20,4	21,2	12,8	22,2	22,4	15,6	15,1	19,0
12	Abweichung JMW bei SHARP-Rohdaten (%):	14,9%	3,0%	0,5%	-2,8%	9,4%	-6,7%	3,7%	-4,3%	-6,8%	---
13	Abweichung JMW bei kalibrierten Daten (% s. o.):	14,9%	3,0%	0,5%	-2,8%	9,4%	-6,7%	3,7%	-4,3%	-6,8%	---

Bewertung

Messunsicherheit - Tagesmittelwertbezug 50 µg/m³ (0,5 µg/m³ Standardmessunsicherheit des Referenzmessverfahrens)

		BLWW	BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt
14	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (PM ₁₀) Rohdaten(%):	18,7	9,2	11,3	12,8	9,8	14,3	21,3	16,9	11,9	12,3
15	erw. Unsicherheit SHARP 5030 (XPM ₁₀) berechnet (%):	18,5	9,2	11,4	12,8	9,7	14,4	21,0	17,1	11,9	12,3
<small>(f=0,9983x+0,0318) orthogonal s. o.</small>											

Signifikanztest der Rohdaten

		BLWW	BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt
Steigung (b - 1):		0,0345	0,0184	0,0222	0,0232	0,0083	0,0035	0,1126	0,0786	0,0101	0,0083
Standardunsicherheit u _b :		0,0233	0,0119	0,0145	0,0162	0,0120	0,0162	0,0152	0,0198	0,0235	0,0054
(u _b) ² :		0,0466	0,0238	0,0290	0,0324	0,0240	0,0324	0,0304	0,0396	0,0470	0,0108
Befund:		nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	signifikant	signifikant	nicht sig.	nicht sig.
Achsenabschnitt a :		1,2817	0,7925	0,4782	1,1357	1,1332	1,7527	1,7634	0,5230	1,2872	0,4392
Standardunsicherheit u _a :		0,5122	0,2362	0,3289	0,3904	0,1897	0,4220	0,3642	0,3863	0,4380	0,1183
(u _a) ² :		1,0244	0,4724	0,6578	0,7808	0,3794	0,8440	0,7284	0,7726	0,8760	0,2366
Befund:		signifikant	signifikant	nicht sig.	signifikant	signifikant	signifikant	signifikant	nicht sig.	signifikant	signifikant

Signifikanztest nach Kalibrierung s. o.

		BLWW	BSVS	GNVS	HRVS	OGCC	OKVT	OLVT	SROO	WNCC	Gesamt
Steigung (b - 1):		0,0328	0,0201	0,0240	0,0214	0,0100	0,0017	0,1111	0,0805	0,0084	0,001
Standardunsicherheit u _b :		0,0232	0,0119	0,0145	0,0161	0,0119	0,0162	0,0151	0,0197	0,0235	0,0054
(u _b) ² :		0,0464	0,0238	0,0290	0,0322	0,0238	0,0324	0,0302	0,0394	0,0470	0,0108
Befund:		nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	nicht sig.	signifikant	signifikant	nicht sig.	nicht sig.
Achsenabschnitt a :		1,3140	0,8258	0,5123	1,1029	1,1659	1,7190	1,7340	0,5586	1,2544	0,0013
Standardunsicherheit u _a :		0,5113	0,2358	0,3284	0,3898	0,1893	0,4213	0,3636	0,3856	0,4373	0,1181
(u _a) ² :		1,0226	0,4716	0,6568	0,7796	0,3786	0,8426	0,7272	0,7712	0,8746	0,2362
Befund:		signifikant	signifikant	nicht sig.	signifikant	signifikant	signifikant	signifikant	nicht sig.	signifikant	nicht sig.